

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2011/2012

January 2012

## EBB 202/3 - Crystallography & Bonding In Solids [Kristalografi & Ikatan Dalam Pepejal]

Duration : 3 hours  
[Masa : 3 jam]

---

Please ensure that this examination paper contains TWELVE printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This paper consists of SEVEN questions. ONE question in PART A, THREE questions in PART B and THREE questions in PART C.

*[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. SATU soalan di BAHAGIAN A, TIGA soalan di BAHAGIAN B dan TIGA soalan di BAHAGIAN C.]*

**Instruction:** Answer FIVE questions. Answer ALL question from PART A, TWO questions from PART B and TWO questions from PART C. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

**[Arahan:** Jawab LIMA soalan. Jawab SEMUA soalan dari BAHAGIAN A, DUA soalan dari BAHAGIAN B dan DUA soalan dari BAHAGIAN C. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]*

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]*

...2/-

**PART A / BAHAGIAN A**

1. [a] Describe factors influencing the formation of a metallic Bond.

*Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan ikatan logam.*

(20 marks/markah)

- [b] The formation of metallic bond in metals such as a copper allows them to conduct the electric current and ductile properties. How could you correlate these properties with the existence of metallic bond.

*Wujudnya ikatan logam dalam logam-logam seperti tembaga membolehkannya mengalir arus elektrik dan bersifat boleh lentur. Bagaimana sifat-sifat tersebut boleh dikaitkan dengan kehadiran ikatan logam.*

(30 marks/markah)

- [c] (i) What is the difference between X-ray diffraction (XRD) and X-ray fluorescence (XRF) quantitative analysis?

*Apakah perbezaan di antara pembelauan sinar-X (XRD) dan X-ray pendarfluor (XRF) analisis kuantitatif?*

(10 marks/markah)

- (ii) What are the limitations of XRD quantitative analysis?

*Apakah kelemahan analisis kuantitatif XRD?*

(10 marks/markah)

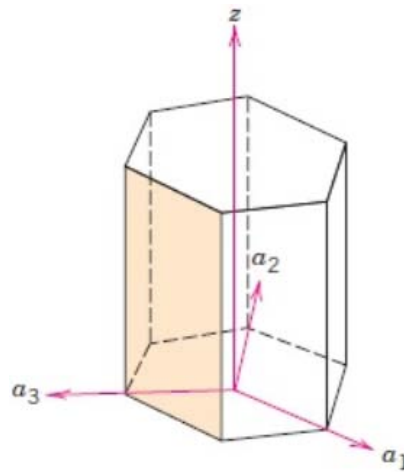
- (iii) What is crystallinity in XRD quantitative analysis?

*Apakah maksud penghabluran dalam analisis kuantitatif XRD?*

(10 marks/markah)

- (iii) Determine the indices for the plane shown in the hexagonal unit cells, in Figure 1.

*Tentukan indeks bagi satah yang ditunjukkan dalam sel unit heksagon bagi Rajah 1.*



**Figure 1 - Hexagonal unit cell**

**Rajah 1 - Sel unit heksagon**

(20 marks/markah)

**PART B / BAHAGIAN B**

2. [a] Which experiment that Rutherford was forced to discard the Thomson's raisin bread model (plum pudding model) which cannot be valid as an atomic model. What was a new atomic model proposed by Rutherford?

*Eksperimen yang manakah memaksa Rutherford menolak cadangan model atom roti berkismis atau model puding bermemplam Thomson. Apakah model atom cadangan Rutherford yang baru?*

(30 marks/markah)

- [b] Describe the following:

- (i) the concept of symmetry element and symmetry operation.
- (ii) the concept of point group and space group of a crystal.

*Jelaskan yang berikut:*

- (i) *Konsep unsur simetri dan operasi simetri*
- (ii) *Konsep kumpulan ruang dan kumpulan titik bagi suatu hablur.*

(30 marks/markah)

- [c] Give a point groups and characteristic symmetry elements of the following crystal systems:

- (i) Cubic
- (ii) Tetragonal
- (iii) Trigonal
- (iv) Monoclinic

*Berikan kumpulan titik dan ciri unsur simetri bagi sistem hablur berikut:*

- (i) *Kubus*
- (ii) *Tetragonal*
- (iii) *Trigonal*
- (iv) *Monoklinik*

(40 marks/markah)

3. [a] What point group is developed through interaction of two 2-fold axes at  $90^\circ$  to each other? (b) at  $60^\circ$ ? (c) at  $30^\circ$ ? (d) at  $45^\circ$ ?

*Apakah kumpulan titik yang terbentuk melalui interaksi antara dua 2-pusat paksi pada sudut  $90^\circ$  antaranya? (b) pada  $60^\circ$ ? (c) pada  $30^\circ$ ? (d) pada  $45^\circ$ ?*

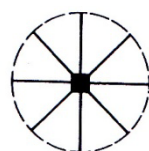
(40 marks/markah)

- [b] Draw the symmetry elements and names point group using Hermann-Mauguin(HM) symbol for the following stereograms (Figure 2):

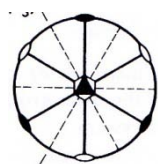
*Lakarkan unsur-unsur simetri dan namakan kumpulan titik (HM) bagi setiap stereogram berikut (Rajah 2):*



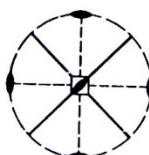
(a)



(b)



(c)



(d)

**Figure 2 / Rajah 2**

(60 marks/markah)

4. [a] Defines:
- (i) Glide plane or glide reflection
  - (ii) Screw axes or screw rotation

*Takrifkan:*

- (i) Bidang gelunsur atau balikan gelunsur
- (ii) Paksi skru atau putaran skru

(30 marks/markah)

- [b] Using the Einstein formula

$$E = mc^2$$

Prove that momentum of photon,  $p = h/\lambda$

Where  $E$ ,  $m$ ,  $c$  is usual symbols  $h$  is plank constant and  $\lambda$  is wavelength.

*Bermula dengan formula Einstein*

$$E = mc^2$$

*Buktikan yang momentum photon  $p = h/\lambda$*

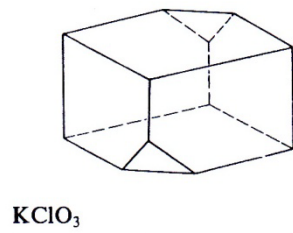
*Dengan mengambil  $E$ ,  $m$ ,  $c$  adalah simbol-simbol lazim dan  $h$  adalah pemalar plank dan  $\lambda$  adalah panjang gelombang.*

(40 marks/markah)

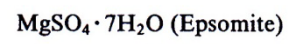
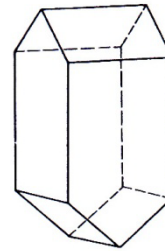
- [c] Identify all the symmetry elements possessed by each of the crystals given in Figure 3. Suggest the point group symmetry that each crystal belongs to.

*Kenalpastikan semua elemen simetri yang terdapat pada setiap hablur yang diberikan dalam Rajah 3. Cadangkan kumpulan titik simetri yang mana setiap hablur tersebut tergolong.*

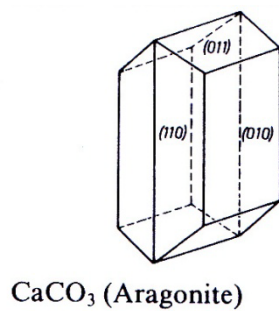
(30 marks/markah)



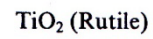
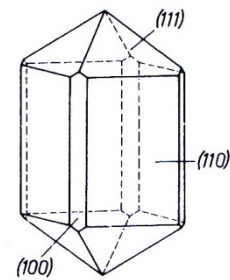
(a)



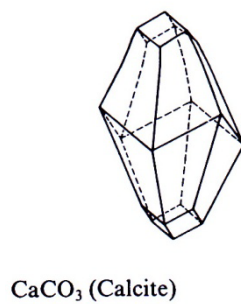
(b)



(c)



(d)



(e)

**Figure 3 / Rajah 3**

**PART C / BAHAGIAN C**

5. [a] Figure 4 shows spectrum of molybdenum as a function of applied voltage (not to scale), identify where this reaction occurs?

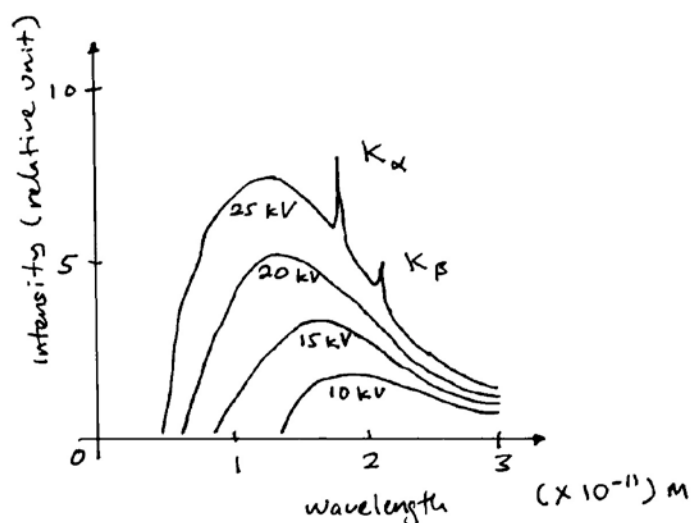
*Rajah 4 menunjukkan spektrum molibdenum sebagai fungsi voltan yang dikenakan (tidak mengikut skala), tentukan di mana tindakbalas ini berlaku?*

(10 marks/markah)

- [b] Explain Figure 4 in detail.

*Terangkan secara terperinci mengenai Rajah 4.*

(20 marks/markah)



**Figure 4 - Spectrum of molybdenum**

*Rajah 4 - Spektrum molibdenum*



- [c] If you are given a chromium (Cr) target by applying an acceleration potential (V) of 60 kV and  $Z_{\text{Cr}} = 24$ ,  $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ .

*Jika anda diberikan kromium (Cr) sasaran dengan menggunakan kemampuan pecutan (V) sebanyak 60 kV dan  $Z_{\text{Cr}} = 24$ ,  $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ .*

- (i) Calculate  $\lambda_{\text{swl}}$  and  $\lambda_{\alpha}$ .

*Kira  $\lambda_{\text{swl}}$  dan  $\lambda_{\alpha}$ .*

(20 marks/markah)

- (ii) Referring to 5 [c] (i), draw and label a schematic of the x-ray spectrum emitted by this target.

*Dengan merujuk kepada jawapan 5 [c] (i), lakarkan dan label skema spektrum sinar-x yang dipancarkan oleh sasaran ini.*

(30 marks/markah)

- (iii) Referring to 5 [c] (ii), label  $\lambda_{\text{swl}}$ ,  $\lambda_{\beta}$  and  $\lambda_{\alpha}$ .

*Dengan merujuk kepada jawapan 5 [c] (ii), labelkan  $\lambda_{\text{swl}}$ ,  $\lambda_{\beta}$  dan  $\lambda_{\alpha}$ .*

(20 marks/markah)

6. [a] Prove Braggs Law by using appropriate drawings, concept and trigonometry.

*Buktikan Hukum Braggs dengan menggunakan lakaran, konsep dan trigonometri yang sesuai.*

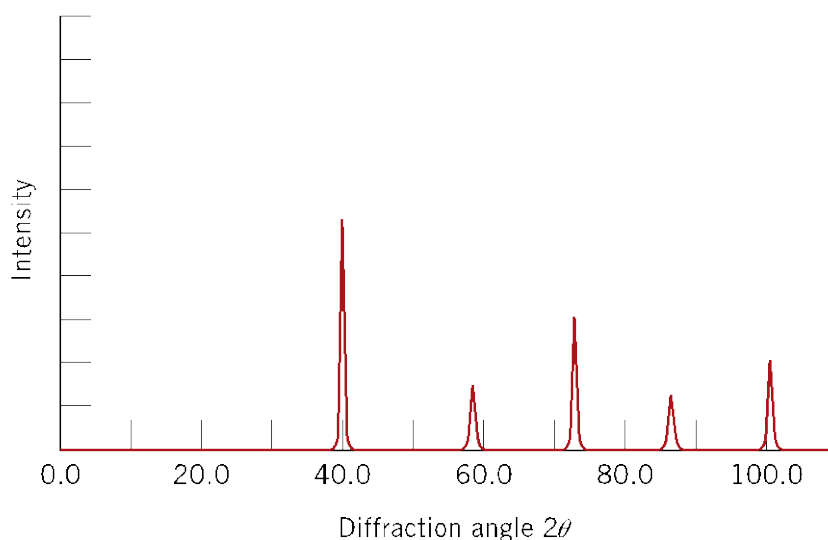
(60 marks/markah)

- [b] In Braggs Law equation,  $n$  must be integer numbers ( $n = 1, 2, 3, 4 \dots$ ). Using appropriate drawings, differentiate  $n$  with integer number and not integer (fraction) numbers.

*Dalam persamaan Hukum Braggs,  $n$  mesti nombor integer ( $n = 1, 2, 3, 4 \dots$ ). Dengan menggunakan lukisan sesuai, bezakan  $n$  menggunakan nombor integer dan tidak nombor (pecahan) integer.*

(40 marks/markah)

7.



**Figure 5 – X-rays diffraction spectrum**

**Rajah 5 – Spektrum pembelauan sinar-X**

Figure 5 shows the first five peaks of the x-ray diffraction pattern for unknown sample, which has a cubic crystal structure; monochromatic x-radiation having a wavelength of 0.1542 nm was used as a source for radiation. The positions of  $2\theta$  are  $40.2^\circ$ ,  $58.4^\circ$ ,  $73.3^\circ$ ,  $87.0^\circ$  and  $100.7^\circ$  respectively. Using information given in Figure 5, do the followings:

*Rajah 3 menunjukkan lima puncak pertama corak pembelauan sinar-x untuk sampel yang tidak diketahui, yang mempunyai struktur kiub hablur; sinar-x monokromatik yang mempunyai panjang gelombang 0.1542 nm telah digunakan sebagai sumber radiasi. Kedudukan  $2\theta$  masing-masing adalah  $40.2^\circ$ ,  $58.4^\circ$ ,  $73.3^\circ$ ,  $87.0^\circ$  dan  $100.7^\circ$ . Menggunakan maklumat-maklumat yang diberikan dalam Rajah 5, lakukan:*

- (a) List five-step procedure for determining crystal structure.

*Senarai lima langkah prosedur bagi menentukan struktur hablur.*

(10 marks/markah)

- (b) Using appropriate table, index each peak with (h, k, l).

*Dengan menggunakan jadual yang sesuai, indekskan bagi setiap puncak ini dengan (h, k, l).*

(80 marks/markah)

- [c] Suggest, what is the crystal structure (i.e., give SC, BCC or FCC structures) for this unknown sample?

*Cadangkan, apakah struktur hablur yang tidak diketahui ini (contohnya SC, BCC atau struktur FCC)?*

(10 marks/markah)

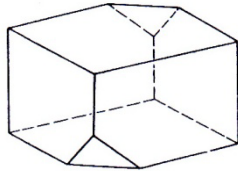
- oooOooo -

---

**APPENDIX 1**

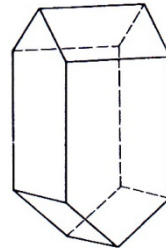
**LAMPIRAN 1**

5



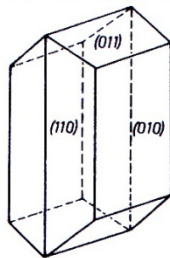
$\text{KClO}_3$

**(a)**



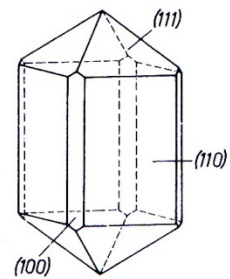
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (Epsomite)

**(b)**



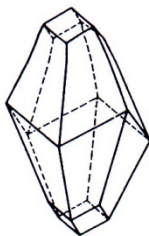
$\text{CaCO}_3$  (Aragonite)

**(c)**



$\text{TiO}_2$  (Rutile)

**(d)**



$\text{CaCO}_3$  (Calcite)

**(e)**